

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2003-234771

(43)Date of publication of application : 22.08.2003

(51)Int.Cl.

H04L 12/56

H04B 10/20

H04J 14/00

H04J 14/02

(21)Application number : 2002-031317

(71)Applicant : NIPPON TELEGR & TELEPH CORP
<NTT>

(22)Date of filing : 07.02.2002

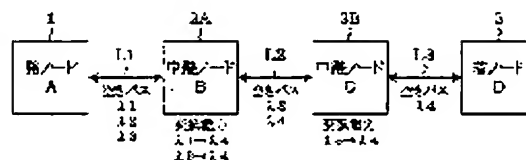
(72)Inventor : OKI EIJI
MATSUURA NOBUAKI
YAMANAKA NAOAKI

(54) LIGHT WAVELENGTH PATH SETTING METHOD AND OPTICAL NODE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To set a desired wavelength path between an out node and an in node.

SOLUTION: In an out node A, at least one recommended wavelength path presenting a series of wavelengths to be used between the out node A and an in node D is selected on the basis of resource use conditions collected from the in node D and relay nodes B and C, and a recommended path notice containing the recommended wavelength path is transmitted to the in node D via the relay nodes B and C. In the in node D, a utilizable recommended wavelength path is selected out of the recommended wavelength paths contained in the received recommended path notice, a resource to be used for the recommended wavelength path is set by the present node for data communications, and a selected path notice containing the selected wavelength path is transmitted to the out node A via the relay nodes B and C. In the relay nodes B and C and the out node A, the resource to be used for the recommended wavelength path contained in the received selected path notice is set by the present node for data communications.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or

application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号
特開2003-234771

(P 2 0 0 3 - 2 3 4 7 7 1 A)

(43) 公開日 平成15年 8 月22日 (2003.8.22)

(51) Int. Cl. ⁷	識別記号	F I	テマコード (参考)
H04L 12/56	200	H04L 12/56	200 Z 5K002
H04B 10/20		H04B 9/00	N 5K030
H04J 14/00			E
14/02			

審査請求 未請求 請求項の数24 O L (全16頁)

(21) 出願番号 特願2002-31317 (P 2002-31317)

(22) 出願日 平成14年 2 月 7 日 (2002.2.7)

(71) 出願人 000004226

日本電信電話株式会社

東京都千代田区大手町二丁目 3 番 1 号

(72) 発明者 大木 英司

東京都千代田区大手町二丁目 3 番 1 号 日

本電信電話株式会社内

(72) 発明者 松浦 伸昭

東京都千代田区大手町二丁目 3 番 1 号 日

本電信電話株式会社内

(74) 代理人 100064621

弁理士 山川 政樹

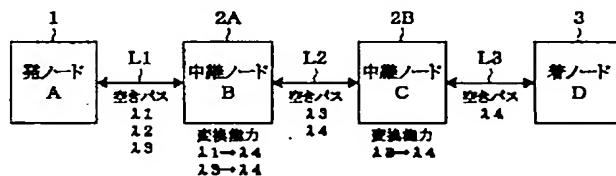
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 光波長バス設定方法および光ノード

(57) 【要約】

【課題】 発ノードから着ノードまでの間で、所望の波長バスを設定できるようにする。

【解決手段】 発ノードAでは、着ノードDおよび中継ノードB、Cから収集したリソース使用状況に基づき、発ノードAから着ノードDまでの間で用いる一連の波長を示す1つ以上の推奨波長バスを選択し、その推奨波長バスを含む推奨バス通知を中継ノードB、Cを介して着ノードDへ送信する。着ノードDでは、受信した推奨バス通知に含まれている推奨波長バスのうち利用可能な推奨波長バスを選択し、その推奨波長バスで用いるリソースをデータ通信用として自ノードで設定するとともに、その選択波長バスを含む選択バス通知を、中継ノードB、Cを介して発ノードAへ送信する。中継ノードB、Cおよび発ノードAでは、受信した選択バス通知に含まれている推奨波長バスで用いるリソースをデータ通信用として自ノードで設定する。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 発ノードおよび着ノードと、これら発着ノード間を直列接続する 1 つ以上の中継ノードとからなり、前記各ノード間が異なる複数の波長の光信号で接続されている光ネットワークで、前記各波長の光信号を含むそれぞれのノードのリソースを用いて光データ通信を行う際、前記各ノード間ごとに前記波長のうちから前記光データ通信に用いる波長を選択し設定するための光波長バス設定方法において、

前記発ノードでは、前記着ノードおよび前記中継ノードから収集したそれぞれのリソースの使用状況に基づき、当該発ノードから着ノードまでの間で用いる一連の波長を示す 1 つ以上の推奨波長バスを選択し、その推奨波長バス情報を含む推奨バス通知を前記中継ノードを介して前記着ノードへ送信し、

前記着ノードでは、受信した前記推奨バス通知に含まれている前記推奨波長バス情報のうち利用可能な推奨波長バスを選択し、その推奨波長バスで用いるリソースを前記データ通信用として自ノードで設定するとともに、その選択波長バス情報を含む選択バス通知を、前記中継ノードを介して前記発ノードへ送信し、

前記中継ノードおよび前記発ノードでは、受信した前記選択バス通知に含まれている選択波長バス情報で指定された波長バスで用いるリソースを前記データ通信用として自ノードで設定することを特徴とする光波長バス設定方法。

【請求項 2】 請求項 1 記載の光波長バス設定方法において、

前記発ノード、中継ノードおよび着ノードでは、前記推奨バス通知の送信または受信の際、利用可能なリソースを前記データ通信用として自ノードで予約することを特徴とする光波長バス設定方法。

【請求項 3】 請求項 1 記載の光波長バス設定方法において、

前記発ノード、中継ノードおよび着ノードでは、前記推奨バス通知の送信または受信の際、利用可能なリソースのうち前記推奨バス通知に含まれる推奨波長バス情報で指定された波長バスで用いるリソースのみを前記データ通信用として自ノードで予約することを特徴とする光波長バス設定方法。

【請求項 4】 請求項 2 または請求項 3 記載の光波長バス設定方法において、

前記発ノード、中継ノードおよび着ノードでは、前記選択バス通知の送信または受信の際、予め自ノードで予約しておいたリソースのうち、前記選択バス通知に含まれる選択波長バス情報で指定される波長バスで使用しない不要リソースを予約解除して解放することを特徴とする光波長バス設定方法。

【請求項 5】 請求項 1 記載の光波長バス設定方法において、

前記中継ノードでは、自ノードで利用可能なリソースを示すリソース情報を、受信した前記推奨バス通知へ付加して、前記着ノード側の下流ノードへ順次送信することを特徴とする光波長バス設定方法。

【請求項 6】 請求項 5 記載の光波長バス設定方法において、

前記着ノードでは、受信した前記推奨バス通知に含まれる推奨波長バス情報で指定された波長バスが、その推奨バス通知に含まれるリソース情報に基づき使用不可能であると判断された場合、前記推奨波長バスとは異なる使用可能な波長バスを前記リソース情報に基づき選択することを特徴とする光波長バス設定方法。

【請求項 7】 請求項 1 記載の光波長バス設定方法において、

前記発ノードでは、前記推奨波長バスに優先順位を設定して前記推奨バス通知を送信し、

前記着ノードでは、受信した推奨バス通知に含まれる前記推奨波長バス情報のうち、使用可能な推奨波長バスを前記優先順位に基づき選択することを特徴とする光波長バス設定方法。

【請求項 8】 請求項 1 記載の光波長バス設定方法において、

前記中継ノードでは、受信した前記推奨バス通知に含まれる各推奨波長バス情報で指定された波長バスについて、自ノードのリソース情報に基づき使用可否を判断し、使用不可の推奨波長バスの推奨波長バス情報を前記推奨バス通知から削除して、前記着ノード側の下流ノードへ送信することを特徴とする光波長バス設定方法。

【請求項 9】 請求項 2 記載の光波長バス設定方法において、

前記中継ノードでは、受信した前記推奨バス通知に含まれる各推奨波長バス情報で指定された波長バスについて、自ノードのリソース情報に基づき使用可否を判断し、使用不可と判断された推奨波長バスでのみ使用される不要リソースの解放をリソース解放通知により前記発ノード側の上流ノードへ通知し、

前記発ノードおよび前記中継ノードでは、受信した前記リソース解放通知で指定された不要リソースを自ノードで予約解除して解放することを特徴とする光波長バス設定方法。

【請求項 10】 請求項 1 ～請求項 9 記載の光波長バス設定方法において、

前記リソースとして、前記中継ノードで異なる波長の光信号間を接続するために用いられる波長変換手段を含むことを特徴とする光波長バス設定方法。

【請求項 11】 発ノードおよび着ノードと、これら発着ノード間を直列接続する 1 つ以上の中継ノードとからなり、前記各ノード間が異なる複数の波長の光信号で接続されており、前記各波長の光信号を含むそれぞれのノードのリソースを用いて光データ通信を行う際、前記各

ノード間ごとに前記波長のうちから前記光データ通信に用いる波長を選択し設定する光ネットワークで、前記発

ノードとして用いられる光ノードにおいて、
前記着ノードおよび前記中継ノードから収集したリソース使用状況に基づき 1 つ以上の推奨波長バスを選択する

推奨波長バス選択部と、
この推奨波長バス選択部で選択された前記推奨波長バス情報を含む推奨バス通知を前記中継ノードを介して前記着ノードへ送信するとともに、前記推奨バス通知に含まれる推奨波長バス情報から前記着ノードで選択された利用可能な推奨波長バスを選択波長バス情報として前記着ノードからの選択バス通知で受信し、その選択波長バス情報で指定された波長バスで用いるリソースを前記データ通信用として自ノードで設定する波長バス設定部とを備えることを特徴とする光ノード。

【請求項 12】 発ノードおよび着ノードと、これら発着ノード間を直列接続する 1 つ以上の中継ノードとからなり、前記各ノード間が異なる複数の波長の光信号で接続されており、前記各波長の光信号を含むそれぞれのノードのリソースを用いて光データ通信を行う際、前記各ノード間ごとに前記波長のうちから前記光データ通信に用いる波長を選択し設定する光ネットワークで、前記着ノードとして用いられる光ノードにおいて、
前記各ノードのリソースの使用状況に基づき、1 つ以上の推奨波長バス情報のうち利用可能な推奨波長バスを選択波長バスとして選択する波長バス選択部と、
前記発ノードから当該着ノードまでの間で用いる一連の波長を示す 1 つ以上の推奨波長バス情報を含む推奨バス通知を前記中継ノードを介して前記発ノードから受信し、前記推奨バス通知に含まれている前記推奨波長バス情報のうちから前記波長バス選択部で選択波長バスを選択させ、その選択波長バスで用いるリソースを前記データ通信用として自ノードで設定するとともに、その選択波長バス情報を含む選択バス通知を、前記中継ノードを介して前記発ノードへ送信する波長バス設定部とを備えることを特徴とする光ノード。

【請求項 13】 発ノードおよび着ノードと、これら発着ノード間を直列接続する 1 つ以上の中継ノードとからなり、前記各ノード間が異なる複数の波長の光信号で接続されており、前記各波長の光信号を含むそれぞれのノードのリソースを用いて光データ通信を行う際、前記各ノード間ごとに前記波長のうちから前記光データ通信に用いる波長を選択し設定する光ネットワークで、前記中継ノードとして用いられる光ノードにおいて、
前記発ノードから送信された、前記発ノードから当該着ノードまでの間で用いる一連の波長を示す 1 つ以上の推奨波長バス情報を含む推奨バス通知を受信して前記着ノード側の下流ノードへ送信し、前記推奨バス通知に含まれる推奨波長バス情報から前記着ノードで選択された利用可能な推奨波長バスを選択波長バス情報として前記着

ノードからの選択バス通知で受信し、その選択波長バス情報で指定された波長バスで用いるリソースを前記データ通信用として自ノードで設定するとともに、前記選択バス通知を前記発ノード側の上流ノードへ送信する波長バス設定部を備えることを特徴とする光ノード。

【請求項 14】 請求項 11～請求項 13 のいずれか記載の光ノードにおいて、
前記波長バス設定部は、前記推奨バス通知の送信または受信の際、利用可能なリソースを前記データ通信用として自ノードで予約することを特徴とする光ノード。

【請求項 15】 請求項 11～請求項 13 のいずれか記載の光ノードにおいて、
前記波長バス設定部は、前記推奨バス通知の送信または受信の際、利用可能なリソースのうち前記推奨バス通知に含まれる推奨波長バス情報で指定された波長バスで用いるリソースのみを前記データ通信用として自ノードで予約することを特徴とする光ノード。

【請求項 16】 請求項 14 または請求項 15 記載の光ノードにおいて、
前記波長バス設定部は、前記選択バス通知の送信または受信の際、予め自ノードで予約しておいたリソースのうち、前記選択バス通知に含まれる選択波長バス情報で指定された波長バスで使用しない不要リソースを予約解除して解放することを特徴とする光ノード。

【請求項 17】 請求項 13 記載の光ノードにおいて、
前記波長バス設定部は、自ノードで利用可能なリソースを示すリソース情報を、受信した前記推奨バス通知へ付加して、前記着ノード側の下流ノードへ順次送信することを特徴とする光ノード。

【請求項 18】 請求項 12 記載の光ノードにおいて、
前記波長バス設定部は、受信した前記推奨バス通知に含まれる推奨波長バス情報が、その推奨バス通知に含まれる前記各ノードのリソース情報に基づき使用不可であると判断された場合、前記推奨波長バスとは異なる使用可能な波長バスを前記リソース情報に基づき選択することを特徴とする光ノード。

【請求項 19】 請求項 11 記載の光ノードにおいて、
前記波長バス設定部は、前記着ノードでの波長バス選択順序を示す優勢順位を前記推奨波長バス情報に設定して前記推奨バス通知を送信することを特徴とする光ノード。

【請求項 20】 請求項 12 記載の光ノードにおいて、
前記波長バス設定部は、受信した推奨バス通知に含まれる前記推奨波長バス情報のうち、使用可能な推奨波長バスをそれぞれの推奨波長バスの優先順位に基づき選択することを特徴とする光ノード。

【請求項 21】 請求項 13 記載の光ノードにおいて、
前記波長バス設定部は、受信した前記推奨バス通知に含まれる各推奨波長バス情報で指定される波長バスについて、自ノードのリソース情報に基づき使用可否を判断

し、使用不可の推奨波長パス情報を前記推奨パス通知から削除して、前記着ノード側の下流ノードへ送信することを特徴とする光ノード。

【請求項 2 2】 請求項 1 3 記載の光ノードにおいて、前記波長パス設定部は、受信した前記推奨パス通知に含まれる各推奨波長パス情報で指定される波長パスについて、自ノードのリソース情報に基づき使用可否を判断し、使用不可と判断された推奨波長パスでのみ使用される不要リソースの解放をリソース解放通知により前記発ノード側の上流ノードへ通知するとともに、受信した前記リソース解放通知で指定された不要リソースを自ノードで予約解除して解放することを特徴とする光ノード。

【請求項 2 3】 請求項 1 2 記載の光ノードにおいて、前記波長パス設定部は、前記着ノード側の下流ノードから受信したリソース解放通知で指定された不要リソースを自ノードで予約解除して解放することを特徴とする光ノード。

【請求項 2 4】 請求項 1 1 ~ 請求項 2 3 記載の光ノードにおいて、前記リソースとして、前記中継ノードで異なる波長の光信号間を接続するために用いられる波長変換手段を含むことを特徴とする光ノード。

【発明の詳細な説明】

【 0 0 0 1 】

【発明の属する技術分野】本発明は、光波長パス設定方法および光ノードに関し、特に網状に接続された複数の光ファイバからなる光ネットワークを介して発ノードと着ノードとの間でデータ通信を行う際、そのデータ通信に用いる光波長パスを設定する光波長パス設定方法および光ノードに関するものである。

【 0 0 0 2 】

【従来の技術】光ファイバを用いてデータ通信を行う際、異なる波長の光信号を同一光ファイバでやり取りすることにより、1本の光ファイバで通信チャンネルを多重化し、複数のチャンネルで並列的にデータ通信を行う光波長多重（以下、WDMという：Wavelength Division Multiplexer）伝送方式が用いられる。このWDM伝送方式では、互いに干渉しない異なる波長の光信号が用いられ、これらが合波されてその合成波が光ファイバへ出力され、光ファイバからの合成波が分波されてそれぞれの波長ごとに信号が取り出される。

【 0 0 0 3 】このような伝送方式が用いられる光ファイバで複数の光ノード間を接続して構成された光ネットワークでは、光データ通信を開始する発ノードと、光データ通信の開始要求を受け付ける着ノードとの間で、各波長の光信号を含むそれぞれのノードのリソースを用いて光データ通信を行う際、各ノード間ごとにどの波長を用いるか選択し設定する必要がある。また、中継ノードにおいて入側と出側で波長が違う場合には、異なる波長の光信号間を接続するための波長変換手段も設定する必要

がある。一般に、このような各ノード間ごとに任意の波長の光信号を用いて形成される一連の伝送路のことを、光波長パスと呼ばれている。

【 0 0 0 4 】従来、発ノードと着ノードとの間でデータ通信を行う際、これら発ノード、着ノードおよび発着ノード間に位置する中継ノードの間で、所定のシグナリング制御チャネルを用いてシグナリングバケットをやり取りすることにより、データ通信に用いる波長を設定するものとなっていた。このとき、各ノードでは、発ノードからのパス設定指示に応じて、それぞれのノードで使用可能な空き状態の波長を順に選択し、リンクバイリンクで波長さらには波長変換手段を設定するものとなっていた。

【 0 0 0 5 】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、このような従来の光波長パス設定方法では、各ノードで個別に波長の選択が行われるため、発ノードから着ノードまでの間で所望の波長パスを設定できないという問題点があった。例えば発ノードにおいて、波長変換手段の使用が少なく、ネットワークリソースの有効利用を考慮した所望の波長パスを計算した場合でも、従来のように各ノードで個別に波長を選択する方法では、これを反映させることができない。本発明はこのような課題を解決するためのものであり、発ノードから着ノードまでの間で所望の波長パスを設定できる光波長パス設定方法および光ノードを提供することを目的としている。

【 0 0 0 6 】

【課題を解決するための手段】このような目的を達成するために、本発明にかかる光波長パス設定方法は、発ノードおよび着ノードと、これら発着ノード間を直列接続する1つ以上の中継ノードとからなり、各ノード間が異なる複数の波長の光信号で接続されている光ネットワークで、各波長の光信号を含むそれぞれのノードのリソースを用いて光データ通信を行う際、各ノード間ごとに波長のうちから光データ通信に用いる波長を選択し設定するための光波長パス設定方法において、発ノードでは、着ノードおよび中継ノードから収集したそれぞれのリソースの使用状況に基づき、当該発ノードから着ノードまでの間で用いる一連の波長を示す1つ以上の推奨波長パスを選択し、その推奨波長パス情報を含む推奨パス通知を中継ノードを介して着ノードへ送信し、着ノードでは、受信した推奨パス通知に含まれている推奨波長パス情報のうち利用可能な推奨波長パスを選択し、その推奨波長パスで用いるリソースをデータ通信用として自ノードで設定するとともに、その選択波長パス情報を含む選択パス通知を、中継ノードを介して発ノードへ送信し、中継ノードおよび発ノードでは、受信した選択パス通知に含まれている選択波長パス情報で指定された波長パスで用いるリソースをデータ通信用として自ノードで設定するようにしたものである。

【0007】自ノードのリソースについて、発ノード、中継ノードおよび着ノードでは、推奨パス通知の送信または受信の際、利用可能なリソースをデータ通信用として自ノードで予約するようにしてもよく、あるいは、推奨パス通知の送信または受信の際、利用可能なリソースのうち推奨パス通知に含まれる推奨波長パス情報で指定された波長パスで用いるリソースのみをデータ通信用として自ノードで予約するようにしてもよい。このとき、選択パス通知の送信または受信の際、予め自ノードで予約しておいたリソースのうち、選択パス通知に含まれる選択波長パス情報で指定される波長パスで使用しない不要リソースを予約解除して解放するようにしてもよい。

【0008】また、自ノードのリソースについて、中継ノードでは、自ノードで利用可能なリソースを示すリソース情報を、受信した推奨パス通知へ付加して、着ノード側の下流ノードへ順次送信するようにしてもよい。あるいは、着ノードでは、受信した推奨パス通知に含まれる推奨波長パス情報で指定された波長パスが、その推奨パス通知に含まれるリソース情報に基づき使用不可能であると判断された場合、推奨波長パスとは異なる使用可能な波長パスをリソース情報に基づき選択するようにしてもよい。

【0009】複数の推奨波長パスを利用する場合、発ノードでは、推奨波長パスに優先順位を設定して推奨パス通知を送信し、着ノードでは、受信した推奨パス通知に含まれる推奨波長パス情報のうち、使用可能な推奨波長パスを優先順位に基づき選択するようにしてもよい。推奨パス通知について、中継ノードでは、受信した推奨パス通知に含まれる各推奨波長パス情報で指定された波長パスについて、自ノードのリソース情報に基づき使用可否を判断し、使用不可の推奨波長パスの推奨波長パス情報を推奨パス通知から削除して、着ノード側の下流ノードへ送信するようにしてもよい。

【0010】不要リソースについて、中継ノードでは、受信した推奨パス通知に含まれる各推奨波長パス情報で指定された波長パスについて、自ノードのリソース情報に基づき使用可否を判断し、使用不可と判断された推奨波長パスでのみ使用される不要リソースの解放をリソース解放通知により発ノード側の上流ノードへ通知し、発ノードおよび中継ノードでは、受信したリソース解放通知で指定された不要リソースを自ノードで予約解除して解放するようにしてもよい。上記各光波長パス設定方法において、リソースとして、中継ノードで異なる波長の光信号間を接続するために用いられる波長変換手段を含むようにしてもよい。

【0011】また、本発明にかかる光ノードは、発ノードおよび着ノードと、これら発着ノード間を直列接続する1つ以上の中継ノードとからなり、各ノード間が異なる複数の波長の光信号で接続されており、各波長の光信号を含むそれぞれのノードのリソースを用いて光データ

通信を行う際、各ノード間ごとに波長のうちから光データ通信に用いる波長を選択し設定する光ネットワークで、発ノードとして用いられる光ノードにおいて、着ノードおよび中継ノードから収集したリソース使用状況に基づき1つ以上の推奨波長パスを選択する推奨波長パス選択部と、この推奨波長パス選択部で選択された推奨波長パス情報を含む推奨パス通知を中継ノードを介して着ノードへ送信するとともに、推奨パス通知に含まれる推奨波長パス情報から着ノードで選択された利用可能な推奨波長パスを選択波長パス情報として着ノードからの選択パス通知で受信し、その選択波長パス情報で指定された波長パスで用いるリソースをデータ通信用として自ノードで設定する波長パス設定部とを備えるものである(発ノード)。

【0012】また、本発明にかかる光ノードは、発ノードおよび着ノードと、これら発着ノード間を直列接続する1つ以上の中継ノードとからなり、各ノード間が異なる複数の波長の光信号で接続されており、各波長の光信号を含むそれぞれのノードのリソースを用いて光データ通信を行う際、各ノード間ごとに波長のうちから光データ通信に用いる波長を選択し設定する光ネットワークで、着ノードとして用いられる光ノードにおいて、各ノードのリソースの使用状況に基づき、1つ以上の推奨波長パス情報のうち利用可能な推奨波長パスを選択波長パスとして選択する波長パス選択部と、発ノードから当該着ノードまでの間で用いる一連の波長を示す1つ以上の推奨波長パス情報を含む推奨パス通知を中継ノードを介して発ノードから受信し、推奨パス通知に含まれている推奨波長パス情報のうちから波長パス選択部で選択波長パスを選択させ、その選択波長パスで用いるリソースをデータ通信用として自ノードで設定するとともに、その選択波長パス情報を含む選択パス通知を、中継ノードを介して発ノードへ送信する波長パス設定部とを備えるものである(着ノード)。

【0013】また、本発明にかかる光ノードは、発ノードおよび着ノードと、これら発着ノード間を直列接続する1つ以上の中継ノードとからなり、各ノード間が異なる複数の波長の光信号で接続されており、各波長の光信号を含むそれぞれのノードのリソースを用いて光データ通信を行う際、各ノード間ごとに波長のうちから光データ通信に用いる波長を選択し設定する光ネットワークで、中継ノードとして用いられる光ノードにおいて、発ノードから送信された、発ノードから当該着ノードまでの間で用いる一連の波長を示す1つ以上の推奨波長パス情報を含む推奨パス通知を受信して着ノード側の下流ノードへ送信し、推奨パス通知に含まれる推奨波長パス情報から着ノードで選択された利用可能な推奨波長パスを選択波長パス情報として着ノードからの選択パス通知で受信し、その選択波長パス情報で指定された波長パスで用いるリソースをデータ通信用として自ノードで設定す

るとともに、選択パス通知を発ノード側の上流ノードへ送信する波長パス設定部を備えるものである（中継ノード）。

【0014】発ノード、着ノードまたは中継ノードとして機能する光ノードでは、自ノードのリソースについて、波長パス設定部で、推奨パス通知の送信または受信の際、利用可能なリソースをデータ通信用として自ノードで予約するようにしてもよく、あるいは、推奨パス通知の送信または受信の際、利用可能なリソースのうち推奨パス通知に含まれる推奨波長パス情報で指定された波長パスで用いるリソースのみをデータ通信用として自ノードで予約するようにしてもよい。さらに、波長パス設定部で、選択パス通知の送信または受信の際、予め自ノードで予約しておいたリソースのうち、選択パス通知に含まれる選択波長パス情報で指定された波長パスで使用しない不要リソースを予約解除して解放するようにしてもよい。

【0015】また、中継ノードとして機能する光ノードでは、自ノードのリソースについて、波長パス設定部で、自ノードで利用可能なリソースを示すリソース情報を、受信した推奨パス通知へ付加して、着ノード側の下流ノードへ順次送信するようにしてもよい。あるいは、着ノードとして機能する光ノードでは、波長パス設定部は、受信した推奨パス通知に含まれる推奨波長パス情報が、その推奨パス通知に含まれる各ノードのリソース情報に基づき使用不可であると判断された場合、推奨波長パスとは異なる使用可能な波長パスをリソース情報に基づき選択するようにしてもよい。

【0016】発ノードとして機能する光ノードでは、複数の推奨波長パスを利用する場合、波長パス設定部で、着ノードでの波長パス選択順序を示す優勢順位を推奨波長パス情報に設定して推奨パス通知を送信するようにしてもよい。また、着ノードとして機能する光ノードでは、波長パス設定部で、受信した推奨パス通知に含まれる推奨波長パス情報のうち、使用可能な推奨波長パスをそれぞれの推奨波長パスの優先順位に基づき選択するようにしてもよい。中継ノードとして機能する光ノードでは、推奨パス通知について、波長パス設定部で、受信した推奨パス通知に含まれる各推奨波長パス情報で指定される波長パスについて、自ノードのリソース情報に基づき使用可否を判断し、使用不可の推奨波長パス情報を推奨パス通知から削除して、着ノード側の下流ノードへ送信するようにしてもよい。

【0017】中継ノードとして機能する光ノードでは、不要リソースについて、波長パス設定部で、受信した推奨パス通知に含まれる各推奨波長パス情報で指定される波長パスについて、自ノードのリソース情報に基づき使用可否を判断し、使用不可と判断された推奨波長パスでのみ使用される不要リソースの解放をリソース解放通知により発ノード側の上流ノードへ通知するとともに、受

信したリソース解放通知で指定された不要リソースを自ノードで予約解除して解放するようにしてもよい。発ノードとして機能する光ノードでは、あるいは、波長パス設定部は、着ノード側の下流ノードから受信したリソース解放通知で指定された不要リソースを自ノードで予約解除して解放するようにしてもよい。上記各光ノードにおいて、リソースとして、中継ノードで異なる波長の光信号間を接続するために用いられる波長変換手段を含むようにしてもよい（発ノード、着ノード、中継ノード）。

【0018】

【発明の実施の形態】次に、本発明の実施の形態について図面を参照して説明する。図1は本発明の第1の実施の形態にかかる光波長パス設定方法が適用される光ネットワークの構成を示すブロック図である。この光ネットワークは、発ノードA（1）、中継ノードB（2A）、中継ノード（2B）、着ノードD（3）の4つの光ノードから構成されている。発ノードAは、着ノードDとの間でデータ通信のための制御指示を行う側のノードであり、中継ノードBとは光リンクL1で相互に接続されている。また、中継ノードBと中継ノードCとの間は光リンクL2で相互に接続されている。着ノードDは、発ノードAからの制御指示を受け付ける側のノードであり、中継ノードCとの間は光リンクL3で相互に接続されている。

【0019】これら光リンクL1～L3は、1本以上の光ファイバから構成されており、その光ファイバでは異なる波長の光信号を用いた複数のチャネルが形成されている。この例では、リンクL1には、空き状態の波長 λ_1 、 λ_2 、 λ_3 があり、リンクL2には、空き状態の波長 λ_3 、 λ_4 がある。また、リンクL3には、空き状態の波長 λ_4 がある。また、各中継ノードB、Cには、それぞれ入側と出側の波長を接続する際に必要な波長変換を行う波長変換手段が設けられている。この例では、中継ノードBに空き状態の波長変換手段として、波長 λ_1 を波長 λ_4 へ変換する波長変換能力 $\lambda_1 \rightarrow \lambda_4$ と、波長 λ_3 を波長 λ_4 へ変換する波長変換能力 $\lambda_3 \rightarrow \lambda_4$ とがある。また、中継ノードCには、空き状態の波長変換手段として、波長 λ_3 を波長 λ_4 へ変換する波長変換能力 $\lambda_3 \rightarrow \lambda_4$ とがある。

【0020】本実施の形態では、発ノードAにおいて、これら中継ノードB、Cおよび着ノードDから、各リンクで用いる波長やノードの波長変換能力などのリソース使用状況を収集して、ネットワークリソースを有効利用できる1つ以上の波長パスを推奨波長パスとして選択する。各ノード間では、各リンクに設けられた所定のシグナリング制御チャネルを用いてシグナリングバケットをやり取りしており、発ノードAは、そのシグナリングバケットを用いた推奨パス通知（メッセージ）により、その推奨波長パスを各ノードに通知する。各ノードでは、

この推奨パス通知に応じて、それぞれ使用する波長を設定する。

【0021】ここで、図2を参照して、本実施の形態で用いられる発ノードの構成について説明する。図2は、本実施の形態で用いる発ノードの構成を示すブロック図である。発ノードA(1)は、リンクL1内の各波長のチャネルを終端処理するルータ1Rと、このルータ1Rを管理する制御部1Sとから構成される。制御部1Sには、フラッディング部11、リソース観測部12、リンク状態データベース(以下、DBという)13、経路／推奨波長パス計算部14、波長パス設定部15およびリソース予約部16が設けられている。

【0022】リソース観測部12は、ルータ1Rでの自ノードのリソース使用状況を観測し、それをフラッディング部11、リンク状態DB13さらには波長パス設定部15へ出力する。フラッディング部11は、他ノードからのリソース使用状況10Aを受信してリンク状態DB13へ出力するとともに、リソース観測部12からの自ノードのリソース使用状況10Bを他ノードへ送信する。リンク状態DB13は、リソース観測部12からの自ノードのリソース使用状況やフラッディング部11からの他ノードのリソース使用状況を受け付け、データベースとして管理する。経路／推奨波長パス計算部14は、リンク状態DB13で管理されている自ノードおよび他ノードのリソース使用状況に基づき、着ノードとの間の経路および推奨波長パスを計算する。

【0023】波長パス設定部15は、管理者の指示に応じた上位装置(図示せず)からの波長パス設定要求10Eに応じて、自ノードのリソースすなわちルータ1Rに接続されている任意の波長や波長変換手段の設定をルータ1Rに対して行ったり、リソースの予約をリソース予約部16へ指示する。この際、波長パス設定部15では、リソース観測部12からの自ノードのリソース使用状況、経路／推奨波長パス計算部14からの計算結果、さらにはリソース予約部16で管理されているリソース予約状況に基づきリソースの設定や予約を指示する。

【0024】また、着ノードD側の下流ノードとの間でメッセージ10Dをやり取りして、下流ノードへの波長パス設定を通知するとともに自ノードでのリソース予約を行い、あるいは下流ノードからの選択パス通知を受けて自ノードでのリソースの設定を行う。リソース予約部16は、波長パス設定部15からのリソース予約指示に応じて自ノードのリソース予約状況を管理する。

【0025】次に、図3を参照して、本実施の形態で用いる中継ノードの構成について説明する。図3は、本実施の形態で用いる中継ノードの構成を示すブロック図である。中継ノードB(2A)、C(2B)は、前述した発ノードと同様に、ルータ2Rおよび制御部2Sから構成されている。ルータ2Rでは、リンクL1/L2内の各波長とリンクL2/L3内の各波長とを交換接続処理

する。また、そのとき波長が異なる場合は、対応する波長変換手段を用いて波長を変換する。制御部2Sについては、発ノードAの制御部1Sと比較して、経路／推奨波長パス計算部14が設けられていない他は、発ノードAと同様に、フラッディング部21、リソース観測部22、リンク状態DB23、波長パス設定部25およびリソース予約部26が設けられており、それぞれ発ノードAのものと同様の働きをする。

【0026】特に、波長パス設定部25では、リンク状態DB23で管理している各ノードのリソース使用状況、リソース観測部22からの自ノードのリソース使用状況に基づきリソースの設定や予約を指示する。また、発ノードA側のの上流ノードとの間で推奨パス通知や選択パス通知などのメッセージ20Cをやり取りするとともに、下流ノード側との間でメッセージ20Dをやり取りする。これらメッセージ20C、20Dに基づき、上流ノードからの波長パス設定を受けて自ノードでのリソースの予約を行うとともに下流ノードへ通知し、あるいは下流ノードからの選択パス通知を受けて自ノードでのリソースの設定を行うとともに上流ノードへ通知する。

【0027】次に、図4を参照して、本実施の形態で用いる着ノードの構成について説明する。図4は、本実施の形態で用いる着ノードの構成を示すブロック図である。着ノードD(3)は、前述した発ノードと同様に、ルータ3Rおよび制御部3Sから構成されている。ルータ3Rでは、リンクL3内の各波長のチャネルを終端処理する。制御部3Sについては、発ノードAの制御部1Sと比較して、経路／推奨波長パス計算部14に代えて波長パス選択部37が設けられている他は、発ノードAと同様に、フラッディング部31、リソース観測部32、リンク状態DB33、波長パス設定部35およびリソース予約部36が設けられており、それぞれ発ノードAのものと同様の働きをする。

【0028】特に、波長パス設定部35では、リンク状態DB33で管理している各ノードのリソース使用状況、リソース観測部32からの自ノードのリソース使用状況に基づきリソースの設定や予約を指示する。また、上流ノード側との間で推奨パス通知や選択パス通知などのメッセージ30Cをやり取りする。このメッセージ30Cに基づき、上流ノードからの波長パス設定を受け、波長パス選択部37での選択結果に基づき、自ノードでのリソースの設定を行とともに上流ノードへ選択パス通知を行う。

【0029】次に、図5～図7を参照して、各ノードのルータにおける波長変換手段の構成例について説明する。図5～図7は各ノードのルータにおける波長変換手段の構成例を示す説明図である。以下では、入力側の2つの光ファイバF1、F2と、出力側の2つの光ファイバF3、F4とが、光スイッチ4Rにより交換接続される場合を例として説明するが、光ファイバの本数につい

ては限定されるものではなく、他の本数の光ファイバが存在する場合でも適用できる。

【0030】まず、図5では、入力側光ファイバF1、F2内に形成されている各波長 $\lambda_1 \sim \lambda_n$ ごとに、出力側の全波長 $\lambda_1 \sim \lambda_n$ に対応した全波長変換器(F-WC)40が配置されている。これによれば、入力側光ファイバF1、F2のすべての入力波長を、出力側光ファイバF3、F4の各出力波長へ変換することができ、波長変換の制約がない。

【0031】次に、図6では、入力側光ファイバF2内に形成されている各波長 $\lambda_1 \sim \lambda_n$ ごとに波長変換器(F-WC)40が配置されている。また、入力側光ファイバF1内に形成されている各波長 $\lambda_1 \sim \lambda_n$ の一部に、出力側の各波長 $\lambda_1 \sim \lambda_n$ の一部にのみ対応した限定波長変換器(L-WC)41が配置され、上記一部の他には、波長変換器が配置されていない。この構成例によれば、入力側光ファイバF2のすべての入力波長を、出力側光ファイバF3、F4の各出力波長へ変換することができ、波長変換の制約がない。

【0032】また、入力側光ファイバF1のうち限定波長変換器41が配置されている波長については、出力側光ファイバF3、F4のうち特定の波長へのみ変換できる。さらに、入力側光ファイバF1のうち波長変換器が配置されていない波長については、出力側光ファイバF3、F4のうち同一光波長の波長にのみ接続できる。

【0033】図7では、光スイッチ4Rに全波長変換器40および限定波長変換器41が接続されている。これら全波長変換器40および限定波長変換器41を、必要に応じてこれらを入力側光ファイバF1、F2内に形成されている各波長 $\lambda_1 \sim \lambda_n$ と、出力側光ファイバF3、F4内に形成されている各波長 $\lambda_1 \sim \lambda_n$ との間に接して用いる。これにより、全波長変換器40および限定波長変換器41を各波長で共用でき、ノードにおけるリソースを効率よく利用できる。

【0034】次に、図8~11を参照して、本実施の形態にかかる光波長バス設定方法について説明する。図8は本実施の形態にかかる光波長バス設定方法を示すシーケンス図である。図9は発ノードAから下流側の各中継ノードB、Cを経て着ノードDへ通知される推奨バス通知を示す構成例である。図10は着ノードでの波長バス選択処理を示すフローチャートである。図11は着ノードDから上流側の各中継ノードC、Bを経て発ノードAへ通知される選択バス通知を示す構成例である。

【0035】発ノードAでは、前述した図1の光ネットワークを介して着ノードDとの間でデータ通信を行う際、フラッディング部11を介して収集した他ノードのリソース使用状況やリソース観測部12で収集した自ノードのリソース使用状況を前もってリンク状態DB13に格納しておく。そして、経路/推奨波長バス計算部14では、そのリンク状態DB13に収集され管理されて

いる各ノードのリソース使用状況さらにはネットワーク構成に基づき、着ノードDまでのデータ通信可能な最短経路を選択するとともに、その経路上で最も少ないリソースで着ノードとデータ通信可能な波長バスを1つ以上選択する(ステップ200)。

【0036】この際、最短経路については、例えばホップ数(または中継ノード数)が最も少ないものを選択すればよい。また、最も少ないリソースの波長バスについては、例えば各中継ノードでの波長変換回数が少ないものを選択すればよい。波長バス設定部15では、経路/推奨波長バス計算部14で選択された各推奨波長バスについて、リソース観測部12からの最新の自ノードリソース使用状況に基づき使用可否を確認し、使用可の推奨波長バスで用いられている自ノードのリソースに対する予約(専用使用権の仮設定)をリソース予約部16へ指示する(ステップ200)。これに応じてリソース予約部16は、予約要求されたリソースが未予約であることを確認して、未予約の場合には当該推奨波長バスで専用されるリソースとして予約して予約成功を通知し、すでに予約されている場合は予約失敗を通知する。

【0037】波長バス設定部15では、このようにしてリソース予約部16で各推奨波長バスについて自ノードリソースの予約を行い、予約成功が通知された推奨波長バスのうち最良のもの、例えば最もリソース利用効率のよい推奨波長バスのバス情報を推奨バス通知メッセージに格納する。推奨バス通知は、図9に示すように、各リンクL1~L3に設けられているシグナリング制御チャネル上でやり取りされ、例えばIPパケット形式のシグナリングパケットから構成されている。最良の推奨波長バスのバス情報は、図9(a)に示すように、推奨バス通知のIPヘッダ50に続いて推奨波長バス情報51として付加される。また、下流ノードここでは中継ノードBとの間のリンクL1の空き波長に関する空き波長情報52が推奨バス通知に付加される。

【0038】この例では、推奨波長バス情報51に「 $\lambda_1 \rightarrow \lambda_4 \rightarrow \lambda_4$ 」が設定されており、発ノードA側の上流リンクから順に、リンクL1で波長 λ_1 、リンクL2で波長 λ_4 、リンクL3で波長 λ_4 をそれぞれ用いる旨が指示されている。したがって、入側と出側で波長が異なるノード、ここでは中継ノードBで波長変換能力 $\lambda_1 \rightarrow \lambda_4$ が必要となることがわかる。また図1で示したように、リンクL1の空き波長が λ_1 、 λ_2 、 λ_3 であることから、AB間空き波長情報52として「 λ_1 、 λ_2 、 λ_3 」が付加されている。

【0039】なお、経路情報「A-B-C-B」については、この推奨バス通知に付加する場合、個別の領域を設けてもよく、推奨波長バス情報51へ含めて、例えば「A- λ_1 -B- λ_4 -C- λ_4 -D」と記載してもよい。このようにして、発ノードAの波長バス設定部15で推奨バス通知が生成され、下流ノードへ向けて送信さ

れる (ステップ 2 0 1)。

【 0 0 4 0 】一方、中継ノード B の波長バス設定部 2 5 では、発ノード A からの推奨バス通知を受信し、リソース観測部 2 2 で観測した最新の自ノードリソース使用状況に基づき、自ノードで利用可能なリソースの予約をリソース予約部 2 6 へ指示する (ステップ 2 0 2)。そして、図 9 (b) に示すように、リソース予約部 2 6 から予約成功が通知されたリソースを示すリソース情報、ここでは、自ノードの波長変換能力情報 5 3 と、下流側の中継ノード C とのリンク L 2 上での空き波長情報 5 4 とを当該推奨バス通知へ付加する (ステップ 2 0 2)。

【 0 0 4 1 】図 1 で示したように、中継ノード B の空き波長変換能力が $\lambda 1 \rightarrow \lambda 4$ 、 $\lambda 3 \rightarrow \lambda 4$ であり、リンク L 1 の空き波長が $\lambda 3$ 、 $\lambda 4$ である。このことから、図 9 (b) では、中継ノード B の波長変換能力情報 5 3 として「 $\lambda 1 \rightarrow \lambda 4$ 、 $\lambda 3 \rightarrow \lambda 4$ 」が付加され、BC 間空き波長情報 5 4 として「 $\lambda 3$ 、 $\lambda 4$ 」が付加されている。このようにして、中継ノード B の波長バス設定部 2 5 で推奨バス通知が更新され、下流ノードへ向けて送信される (ステップ 2 0 3)。

【 0 0 4 2 】中継ノード C でも、中継ノード B からの推奨バス通知の受信に応じて、中継ノード B と同様の処理が行われ、リソース予約および推奨バス通知へのリソース情報の付加が行われる (ステップ 2 0 4)。ここでは、図 1 で示したように、中継ノード C の空き波長変換能力が $\lambda 3 \rightarrow \lambda 4$ であり、リンク L 3 の空き波長が $\lambda 4$ であることから、図 9 (c) では、ノード C の波長変換能力情報 5 5 として「 $\lambda 3 \rightarrow \lambda 4$ 」が付加され、CD 間空き波長情報 5 6 として「 $\lambda 3$ 、 $\lambda 4$ 」が付加されている。このようにして、中継ノード C で推奨バス通知が更新され、下流ノードへ向けて送信される (ステップ 2 0 5)。

【 0 0 4 3 】着ノード D の波長バス設定部 3 5 では、中継ノード C からの推奨バス通知の受信に応じて、自ノードの空きリソースに対するリソース予約をリソース予約部 3 6 へ指示する (ステップ 2 0 6)。そして、予約成功したリソースの情報を推奨バス通知のリソース情報に付加し、波長バス選択部 3 7 へ波長バス選択を指示する (ステップ 2 0 7)。波長バス選択部 3 7 では、その推奨バス通知に格納されている推奨波長バス情報 5 1 および各ノードのリソース情報に基づき、図 1 0 に示すような波長バス選択処理を行う。

【 0 0 4 4 】まず、推奨波長バスの中に使用可能な波長バスがあるかどうか確認する (ステップ 1 0 0)。ここで、使用可能な波長バスがある場合は (ステップ 1 0 0 : YES)、そのうち最も優先順位の高いものを選択する (ステップ 1 0 1)。そして、これを波長バス設定部 3 5 へ通知して (ステップ 1 0 2)、一連の波長バス選択処理を終了する。

【 0 0 4 5 】一方、推奨波長バスの中に使用可能な波長

バスがない場合は (ステップ 1 0 0 : NO)、推奨バス通知のリソース情報に基づき当該経路上で推奨波長バス以外の使用可能な波長バスがあるかどうか確認する (ステップ 1 0 3)。ここで、使用可能な波長バスがある場合は (ステップ 1 0 3 : YES)、そのうちの 1 つ、例えば最もリソース使用効率の高いものを選択し (ステップ 1 0 4)、これを波長バス設定部 3 5 へ通知して (ステップ 1 0 2)、一連の波長バス選択処理を終了する。また、ステップ 1 0 3 で使用可能な波長バスがない場合は (ステップ 1 0 3 : NO)、使用可能な波長バスがないことを波長バス設定部 3 5 へ通知して (ステップ 1 0 5)、一連の波長バス選択処理を終了する。これに応じて、波長バス設定部 3 5 では、波長バス設定を無効とする。

【 0 0 4 6 】波長バス設定部 3 5 では、波長バス選択部 3 7 により波長バスが選択された場合は、推奨バス通知で先に予約した自ノードリソースのうち、その選択波長バスで使用する波長の使用をルータ 3 R へ指示し、その使用を正式に設定する (ステップ 2 0 8)。また、選択波長バスで使用しない不要リソースの解放をリソース予約部 3 6 へ指示し、他の波長バスの形成に使用できるようにする (ステップ 2 0 8)。

【 0 0 4 7 】そして、その波長バスのバス情報を選択バス通知に格納して、上流ノードへ向けて送信する。また、使用可能な波長バスがないことが波長バス選択部 3 7 から通知された場合は、その旨を選択バス通知に格納して、上流ノードへ向けて送信する (ステップ 2 0 9)。選択バス通知は、図 1 1 に示すように、各リンク L 1 ~ L 3 に設けられているシグナリング制御チャンネル上でやり取りされ、例えば IP パケット形式のシグナリングパケットから構成されている。この例では、IP ヘッダ 6 0 に続いて、選択波長バス情報 6 1 として推奨波長バス情報と同じく「 $\lambda 1 \rightarrow \lambda 4 \rightarrow \lambda 4$ 」が設定されている。

【 0 0 4 8 】中継ノード C の波長バス設定部 3 5 では、着ノード D からの選択バス通知を受信し、その選択波長バス情報 6 1 で指定された選択波長バスで使用する波長および波長変換能力の使用をルータ 2 R へ指示し、その使用を正式に設定する (ステップ 2 1 0)。また、選択波長バスで使用しない不要リソースの解放をリソース予約部 3 6 へ指示し、他の波長バスの形成に使用できるようにする (ステップ 2 1 0)。そして、その選択バス通知を上流ノードへ向けて送信する (ステップ 2 1 1)。中継ノード B でも、中継ノード C と同様にして、選択バス通知の受信に応じてリソースの正式設定および不要リソースの解放 (ステップ 2 1 2) を行い、その選択バス通知を上流ノードへ向けて送信する (ステップ 2 1 3)。

【 0 0 4 9 】発ノード A の波長バス設定部 1 5 では、中継ノード B からの選択バス通知を受信し、その選択波長

バス情報 61 で指定された選択波長バスで使用する波長の使用をルータ 1R へ指示し、その使用を正式に設定する (ステップ 214)。また選択波長バスで使用しない不要リソースの解放をリソース予約部 16 へ指示し、他の波長バスの形成に使用できるようにする (ステップ 214)。これにより、各ノードでは、選択バス通知で通知された選択波長バス「 $\lambda 1 \rightarrow \lambda 4 \rightarrow \lambda 4$ 」に用いるリソースのみが予約された状態となり、この後の発ノード A からの指示に応じて、これらリソースが実際に使用されて、発ノード A と着ノード D との間でデータ通信が開始される。

【0050】本実施の形態では、このように、発ノードで選択した 1 つ以上の所望の波長バスを推奨波長バスとして推奨バス通知で着ノードへ通知し、着ノードの波長バス選択部 37 で、その推奨バス通知で通知された推奨波長バスのうちから利用可能な 1 つの推奨波長バスを選択し、これを選択バス通知により各中継ノードを介して発ノードへ通知し、この選択バス通知に基づき各ノードで波長さらには波長変換能力を設定するようにしたので、発ノードから着ノードまでの間で、所望の波長バスを設定できる。

【0051】また、各ノードでは、推奨バス通知の送受信に応じて、自ノードで利用可能なリソースを予約するようにしたので、その後、着ノードで選択された選択波長バスに応じてリソースを設定する際、他に利用されることなく的確にそのリソースを設定できる。なお、予約の際、推奨波長バスで用いるリソースのみを予約するようにしてもよく、リソースを有効利用できる。

【0052】また、各ノードでは、着ノード D からの選択バス通知に応じて、予め予約しておいた自ノードのリソースのうち、その選択波長バスで使用しない不要リソースを解放するようにしたので、リソースを不当に予約することなく有効利用できる。また、推奨バス通知を受信した各中継ノード B、C では、自ノードで利用可能なリソースを示すリソース情報を当該推奨バス通知へそれぞれ付加して下流ノードへ送信するようにしたので、着側ノード D では、各ノードで使用可能リソースを示す最新のリソース情報に基づき、推奨波長バスの使用可否を的確に判断できる。

【0053】次に、図 12 を参照して、本発明の第 2 の実施の形態にかかる光波長バス設定方法について説明する。図 12 は、本発明の第 2 の実施の形態にかかる光波長バス設定方法が適用される光ネットワークの構成を示すブロック図である。図 12 に示すように、中継ノード B の波長変換能力として、波長 $\lambda 3$ を波長 $\lambda 4$ へ変換する波長変換能力 $\lambda 3 \rightarrow \lambda 4$ しか空きがない場合、着ノード D には、図 13 に示す推奨バス通知が届く。したがって、着ノード D では、推奨バス通知で指定された推奨波長バス「 $\lambda 1 \rightarrow \lambda 4 \rightarrow \lambda 4$ 」を使用不可と判断する。

【0054】このとき、図 10 のステップ 100 : NO

が選択され、ステップ 103 において、推奨バス通知で通知されたリソース情報に基づき、当該経路上で使用可能な波長バスが選択され、ステップ 104 で、そのうちのいずれか 1 つが選択される。この例では、波長バス「 $\lambda 3 \rightarrow \lambda 3 \rightarrow \lambda 4$ 」が選択され、図 14 に示すような選択バス通知により着ノード D から上流ノードへ通知される。このように、本実施の形態では、推奨バス通知の通知過程において、推奨波長バスが使用不可となった場合、推奨バス通知のリソース情報に基づき着ノード D で当該経路上で使用可能な波長バスを選択するようにしたので、推奨波長バスが使用不可の場合でも発着ノード間で波長バスを設定できる。

【0055】次に、図 15 を参照して、本発明の第 3 の実施の形態にかかる光波長バス設定方法について説明する。図 15 は、本発明の第 3 の実施の形態にかかる光波長バス設定方法で用いられる推奨バス通知の構成例である。前述した第 1 および第 2 の実施の形態では、推奨波長バスが 1 つの場合を例として説明したが、推奨波長バスが複数の場合、推奨バス通知には、図 15 に示すように、それぞれの推奨波長バスごとに推奨波長バス情報 51A、51B が付加される。この例では、推奨波長バス情報 51A に第 1 候補「 $\lambda 1 \rightarrow \lambda 4 \rightarrow \lambda 4$ 」が格納され、推奨波長バス情報 51B に第 2 候補「 $\lambda 3 \rightarrow \lambda 4 \rightarrow \lambda 4$ 」が格納されている。

【0056】これら推奨波長バス情報 51A、51B は、IP ヘッダ 50 に近いものから優先順位が高い。したがって、着ノード D の波長バス選択部 37 では、図 10 のステップ 101 で波長バスを選択する際、使用可能な推奨波長バスからその優先順位にしたがって 1 つの波長バスを選択する。この例では、中継ノード B の波長変換能力として「 $\lambda 1 \rightarrow \lambda 4$ 」が使用できないことから、第 1 候補「 $\lambda 1 \rightarrow \lambda 4 \rightarrow \lambda 4$ 」が使用不可となり、第 2 候補「 $\lambda 3 \rightarrow \lambda 3 \rightarrow \lambda 4$ 」が選択されて、図 16 に示すような選択バス通知により着ノード D から上流ノードへ通知される。

【0057】このように、本実施の形態では、推奨バス通知で通知する各推奨波長バスに優先順位を設定し、その優先順位にしたがって着ノードで波長バスを選択するようにしたので、複数の推奨波長バスのうちよりよいもの、例えばよりリソース使用効率がよいものを選択できる。

【0058】次に、図 17 を参照して、本発明の第 4 の実施の形態にかかる光波長バス設定方法について説明する。図 17 は、本発明の第 4 の実施の形態にかかる光波長バス設定方法を示すシーケンス図である。前述した第 3 の実施の形態では、複数の推奨波長バス情報 51A、51B をすべて着ノードまで通知する場合について説明したが、本実施の形態では、これら推奨波長バスの有効性を中継ノード B、C で判断し、その無効すなわち使用不可に応じて当該推奨波長バス情報を削除する場合につ

いて説明する。

【0059】発ノードAの波長バス設定部15では、前述した第1の実施の形態の波長バス設定部15と同様にして、経路／推奨波長バス計算部14が複数の推奨波長バスを取得し、自ノードのリソースを予約する（ステップ220）。そして、各推奨波長バスの推奨波長バス情報を推奨バス通知へ付加して下流ノードへ送信する（ステップ221）。この例では、図18（a）に示すように、推奨波長バス情報51Aに第1候補「λ3→λ3→λ3」が格納され、推奨波長バス情報51Bに第2候補「λ3→λ4→λ4」が格納され、さらに推奨波長バス情報51Cに第3候補「λ3→λ3→λ4」が格納されている。

【0060】中継ノードBの波長バス設定部25では、上流の発ノードAからの推奨バス通知を受信し、図19に示す推奨バス通知処理を開始する。図19は中継ノードのバス設定部での推奨バス通知処理を示すフローチャートである。まず、推奨バス通知に含まれる上流ノードのリソース情報と自ノードのリソース情報とを用いて、各推奨波長バスの使用可否を判断する（ステップ120）。ここで、使用可能な推奨波長バスがない場合（ステップ120：NO）、この時点で波長バス設定を無効とし（ステップ121）、一連の推奨バス通知処理を終了する。

【0061】一方、使用可能な推奨波長バスが見つかった場合は（ステップ120：YES）、推奨バス通知に含まれる推奨波長バスのうち使用不可のものを判断する（ステップ122）。ここで、使用不可の推奨波長バスがあった場合は（ステップ122：YES）、対応する推奨波長バス情報を推奨バス通知から削除する（ステップ123）。使用不可の推奨波長バスがなかった場合（ステップ122：NO）、およびステップ123の後、自ノードの使用可能なリソースのリソース情報を推奨バス通知へ付加して（ステップ124）、それら各リソースを予約し（ステップ125）、更新された推奨バス通知を下流ノードへ向けて送信する（ステップ126）。

【0062】そして、使用不可の推奨波長バスでのみ使用されるリソース、すなわち使用不可の推奨波長バスに関するリソースで、使用可能な推奨波長バスに関与していないリソースについては、そのリソースの解放をリソース解放通知により上流ノードへ通知する（ステップ127）。そして、一連の推奨バス通知処理を終了する。

【0063】このようにして、図17の中継ノードBでは、受信した推奨バス通知に対する推奨波長バス情報の更新、自ノードのリソース情報の付加、および自ノードリソースの予約を行い（ステップ222）、更新した推奨バス通知を下流の中継ノードCへ送信する（ステップ223）。また、上流の発ノードAには、リソース解放通知を送信して、不要となったリソースの予約解放を指

示する（ステップ224）。これに応じて、発ノードAでは、自ノードの不要リソースを解放する（ステップ225）。

【0064】本実施の形態における光ネットワークの構成および各ノードでの空きリソースが前述した図12と同様であった場合、中継ノードBでは、推奨バス通知で指定された3つの推奨波長バスのうち、すべての候補が使用可能と判断され、図18（b）に示す推奨バス通知が中継ノードCへ送信される。また、すべての候補が使用可能と判断されたことから、発ノードAに対するリソース解除通知は送信されない。

【0065】続いて、中継ノードCでも、前述した中継ノードBと同様の推奨バス通知処理が実行される。すなわち、受信した推奨バス通知に対する推奨波長バス情報の更新、自ノードのリソース情報の付加、および自ノードリソースの予約を行い（ステップ226）、更新した推奨バス通知を下流の着ノードDへ送信する（ステップ227）。また、上流の中継ノードBには、リソース解放通知を送信して、不要となったリソースの予約解放を指示する（ステップ228）。これに応じて、中継ノードBでは、自ノードの不要リソースを解放する（ステップ229）。

【0066】この場合、中継ノードCでは、波長変換能力として「λ3→λ4」しか空きがないため、第1候補「λ3→λ3→λ3」は使用不可であると判断され、対応する推奨波長バス情報51Aが推奨バス通知から削除され、図18（c）に示す推奨バス通知が着ノードへ送信される。また、この第1候補「λ3→λ3→λ3」でのみ使用されているリソースの解放がリソース解放通知により上流の中継ノードBへ通知され、中継ノードBで対応するリソースの予約が解除される。

【0067】着ノードDの波長バス設定部35では、中継ノードCからの推奨バス通知を受信し、自ノードの空きリソースに対するリソース予約をリソース予約部36へ指示する（ステップ230）。そして、予約成功したリソースの情報を推奨バス通知のリソース情報に付加し、波長バス選択部37へ波長バス選択を指示する（ステップ231）。波長バス選択部37では、その推奨バス通知に格納されている推奨波長バス情報51および各ノードのリソース情報に基づき、図20に示すような波長バス選択処理を行う。図20は着ノードでの波長バス選択処理を示すフローチャートである。

【0068】まず、推奨波長バスの中に使用可能な波長バスがあるかどうか確認する（ステップ140）。ここで、使用可能な波長バスがある場合は（ステップ140：YES）、そのうち最も優先順位の高いものを選択し（ステップ141）、これを波長バス設定部35へ通知して（ステップ142）、一連の波長バス選択処理を終了する。また、ステップ103で使用可能な波長バスがない場合は（ステップ140：NO）、使用可能な波

長パスがないことを波長バス設定部 35 へ通知して（ステップ 143）、一連の波長バス選択処理を終了する。これに応じて、波長バス設定部 35 では、波長バス設定を無効とする。

【0069】このようにして、着ノード D において、推奨バス通知に格納されている推奨波長バスのうち、使用可能な最も優先順位の高いものが選択される。この例では、第 2 候補「λ3→λ4→λ4」、第 3 候補「λ3→λ3→λ4」とも使用可能と判断され、このうち優先順位が高い第 2 候補「λ3→λ4→λ4」が最終的に選択される。そして、図 21 に示す選択バス通知が上流ノードへ向けて送信され、各ノードで波長の設定や波長変換能力の設定が行われるとともに、不要リソースが解除される。なお、図 17 において、着ノード D における波長バス選択以降の各ステップ 232～238 は、前述した図 8 のステップ 208～214 と同様であり、ここでの詳細な説明を省略する。

【0070】このように、本実施の形態では、各中継ノードで推奨バス通知に含まれる各推奨波長バスについて使用可否を判断し、使用不可の場合は当該推奨バス通知から削除するようにしたので、無駄な推奨波長バス情報を省くことができ、当該中継ノードを含む下流側各ノードでの、リソースの冗長な予約を回避でき、リソースの利用効率を改善できる。また、推奨バス通知の情報を削減できるとともに、着ノードでの波長バス選択処理の処理負担を軽減できる。

【0071】また、使用不可と判定した推奨波長バスでのみ使用されるリソースの解放をリソース解放通知により上流ノードへ通知し、上流ノードで不要となったリソースを解放するようにしたので、リソースの利用効率を改善できる。なお、この不要リソースの解放については、推奨波長バス情報の削除と直接的な関係はなく、前述した第 1～第 3 の実施の形態にも適用できる。

【0072】

【発明の効果】以上説明したように、本発明は、発ノードでは、着ノードおよび中継ノードから収集したそれぞれのリソースの使用状況に基づき、当該発ノードから着ノードまでの間で用いる一連の波長を示す 1 つ以上の推奨波長バスを選択し、その推奨波長バス情報を含む推奨バス通知を中継ノードを介して着ノードへ送信し、着ノードでは、受信した推奨バス通知に含まれている推奨波長バス情報のうち利用可能な推奨波長バスを選択し、その推奨波長バスで用いるリソースをデータ通信用として自ノードで設定するとともに、その選択波長バス情報を含む選択バス通知を、中継ノードを介して発ノードへ送信し、中継ノードおよび発ノードでは、受信した選択バス通知に含まれている選択波長バス情報で用いるリソースをデータ通信用として自ノードで設定するようにしたので、発ノードから着ノードまでの間で所望の波長バスを設定できる。したがって、中継ノードにおける波長変

換の回数が低い波長バスを推奨バスとして選択することにより、ネットワークリソースを有効利用させることも可能である。

【図面の簡単な説明】

【図 1】 本発明の第 1 の実施の形態にかかる光波長バス設定方法が適用される光ネットワークの構成を示すブロック図である。

【図 2】 第 1 の実施の形態で用いる発ノードの構成を示すブロック図である。

10 【図 3】 第 1 の実施の形態で用いる中継ノードの構成を示すブロック図である。

【図 4】 第 1 の実施の形態で用いる着ノードの構成を示すブロック図である。

【図 5】 各ノードのルータにおける波長バス変換の構成例を示す説明図である。

【図 6】 各ノードのルータにおける波長バス変換の他の構成例を示す説明図である。

【図 7】 各ノードのルータにおける波長バス変換の他の構成例を示す説明図である。

20 【図 8】 第 1 の実施の形態にかかる光波長バス設定方法を示すシーケンス図である。

【図 9】 発ノードから着ノードへ通知される推奨バス通知を示す構成例である。

【図 10】 着ノードにおける波長バス選択処理を示すフローチャートである。

【図 11】 着ノードから発ノードへ通知される選択バス通知を示す構成例である。

【図 12】 本発明の第 2 の実施の形態にかかる光波長バス設定方法が適用される光ネットワークの構成を示すブロック図である。

30 【図 13】 着ノードから発ノードへ通知される推奨バス通知を示す構成例である。

【図 14】 着ノードから発ノードへ通知される選択バス通知を示す構成例である。

【図 15】 本発明の第 3 の実施の形態にかかる光波長バス設定方法で用いられる推奨バス通知の構成例である。

【図 16】 着ノードから発ノードへ通知される選択バス通知を示す構成例である。

40 【図 17】 本発明の第 4 の実施の形態にかかる光波長バス設定方法を示すシーケンス図である。

【図 18】 発ノードから着ノードへ通知される推奨バス通知を示す構成例である。

【図 19】 中継ノードのバス設定部での推奨バス通知処理を示すフローチャートである。

【図 20】 着ノードによる波長バス選択処理を示すフローチャートである。

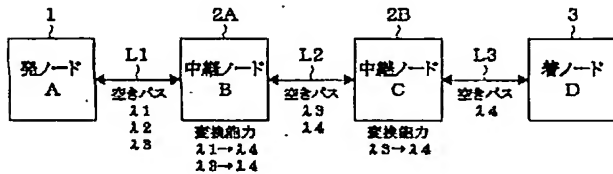
【図 21】 着ノードから発ノードへ通知される選択バス通知を示す構成例である。

50 【符号の説明】

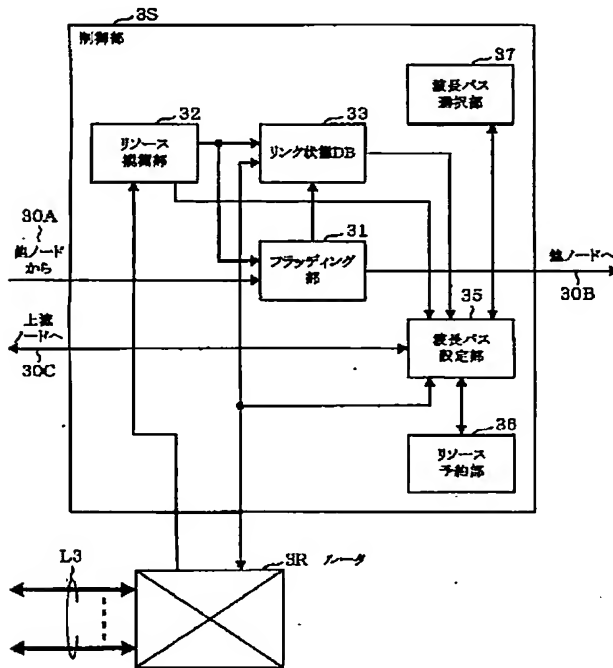
23

1…発ノードA、2A…中継ノードB、2B…中継ノードC、3…着ノードD、L1、L2、L3…リンク、1S、2S、3S…制御部、1R、2R、3R…ルータ、11、21、31…フラッディング部、12、22、32…リソース観測部、13、23、33…リンク状態DB、14…経路/推奨波長パス計算部、15、25、35…波長パス設定部、16、26、36…リソース予約部、37…波長パス選択部、10A、10B、20A、20B、30A、30B…リソース使用状況、10D、

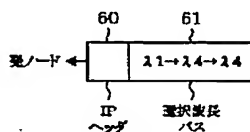
【図1】



【図4】



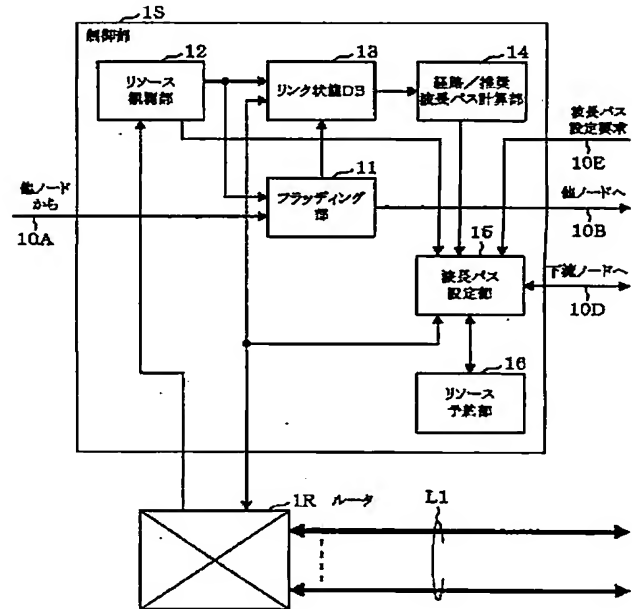
【図11】



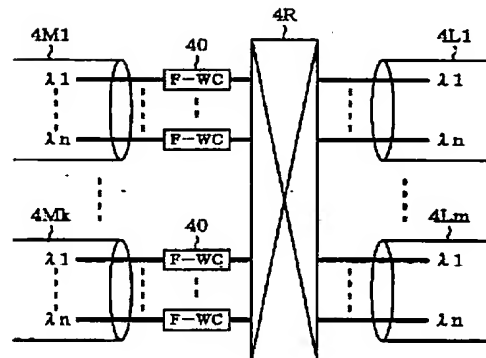
24

20C、20D、30C…メッセージ、4M1~4Mk、4L1~4Lm…光ファイバ、4R…光スイッチ、40…全波長変換器 (F-WC)、41…限定波長変換器 (L-WC)、50…IPヘッダ、51、51A~51C…推奨波長パス情報、52…AB間空き波長情報、53…中継ノードBの波長変換能力情報、54…BC間空き波長情報、55…中継ノードCの波長変換能力情報、56…CD間空き波長情報、60…IPヘッダ、61…選択波長パス情報。

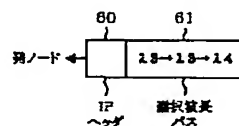
【図2】



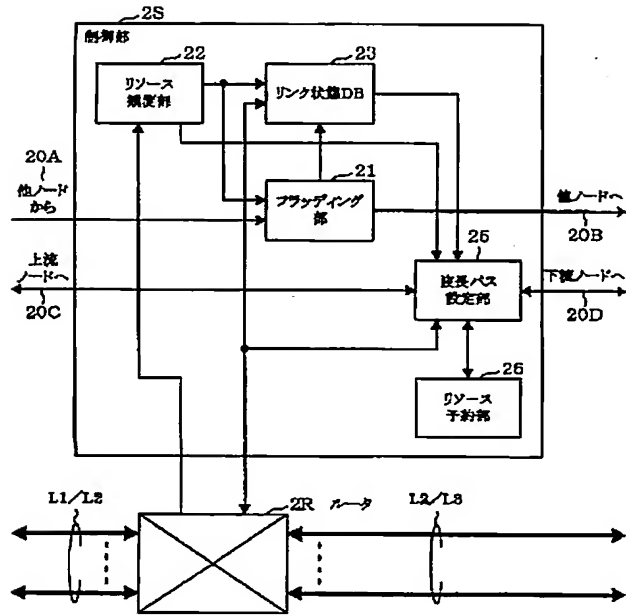
【図5】



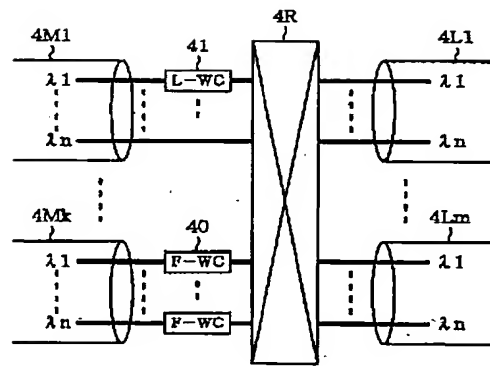
【図14】



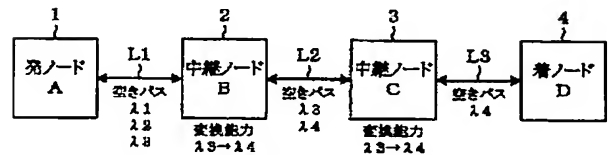
【図 3】



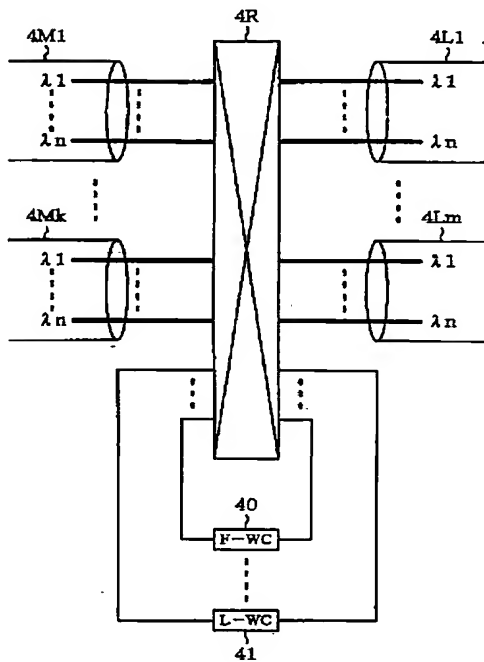
【図 6】



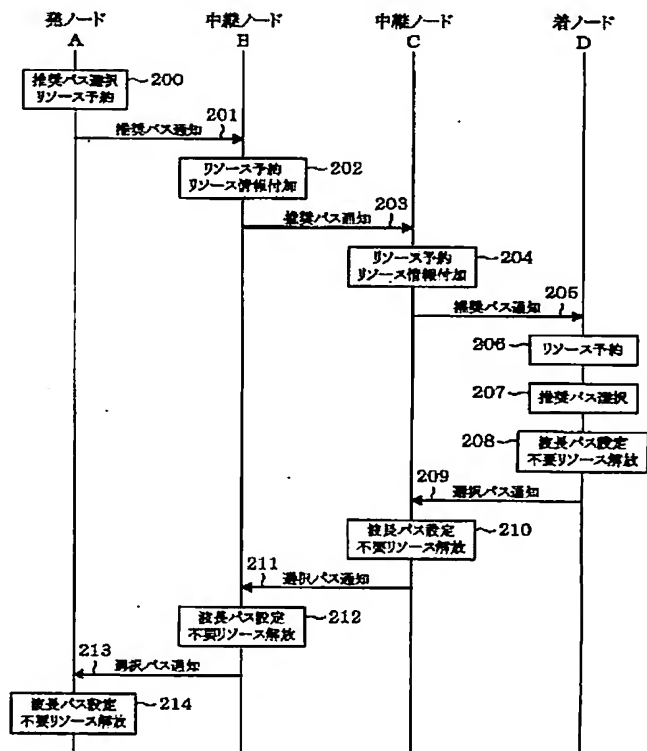
【図 12】

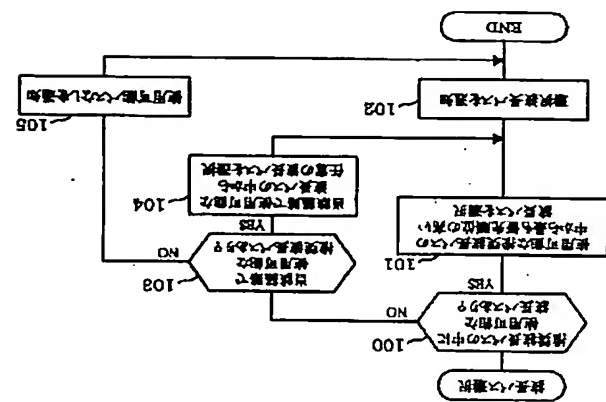


【図 7】

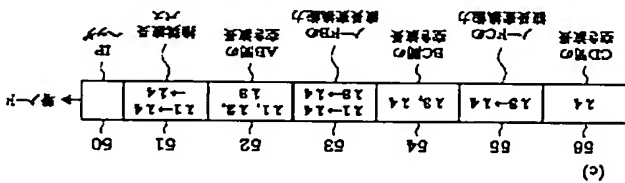


【図 8】

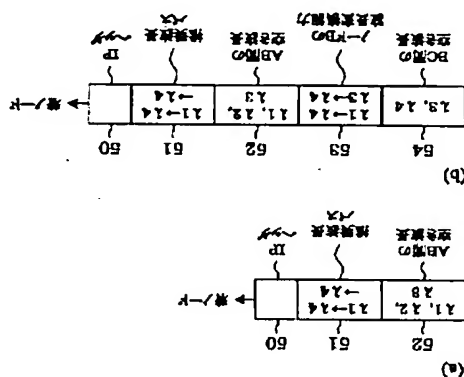




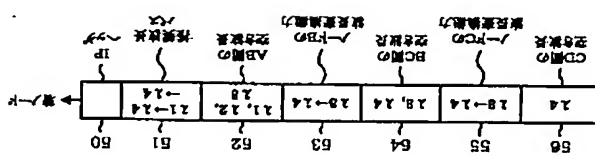
【0】



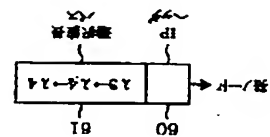
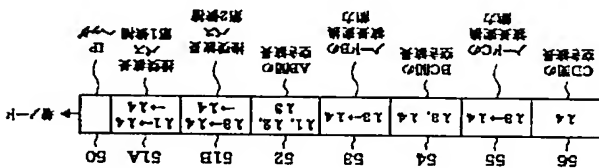
【6 図】



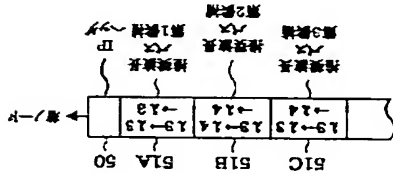
【 3 1 3 】



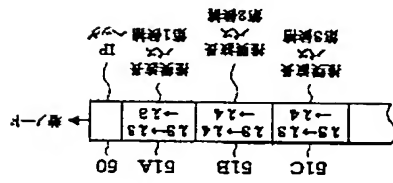
【 5 1 5 】



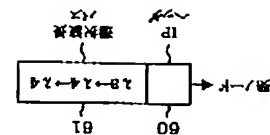
【91 ☒】



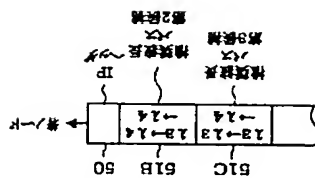
【81 図】



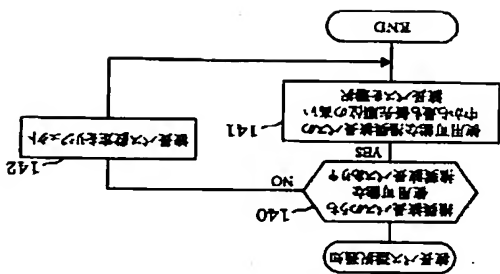
(9)



【21】

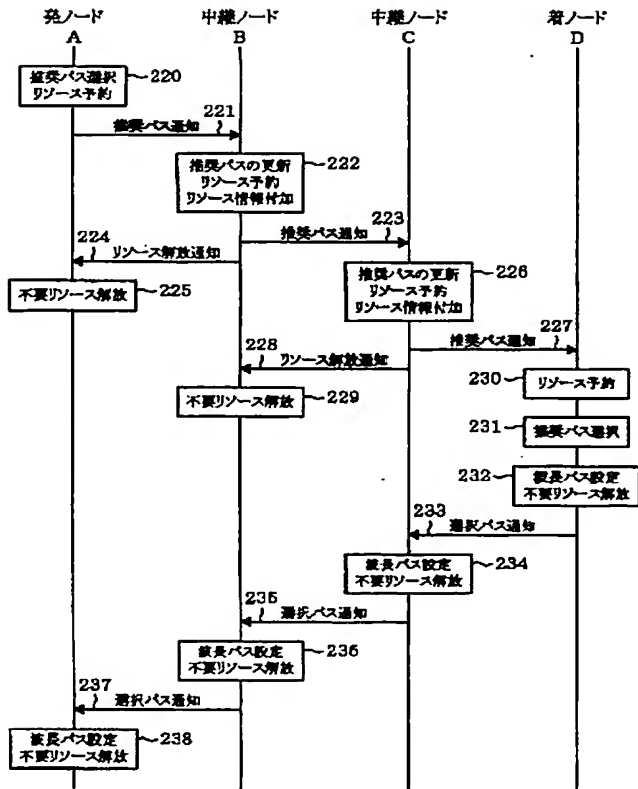


(3)

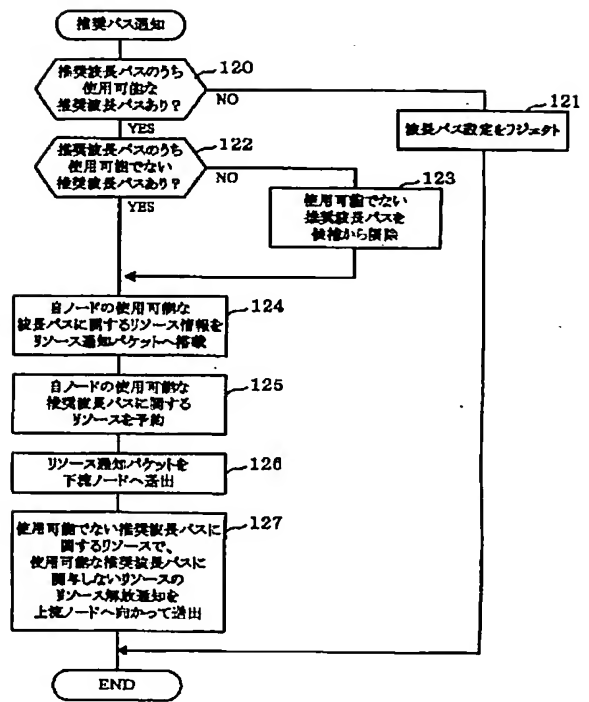


【02☒】

【図 17】



【図 19】



フロントページの続き

(72)発明者 山中 直明
 東京都千代田区大手町二丁目 3 番 1 号 日
 本電信電話株式会社内

Fターム(参考) 5K002 DA02 DA09 EA06
 5K030 GA01 JA14 JL03 JL07 LA17
 LC09